

### 3. DESCRIPCIÓN FÍSICA Y TÉCNICA DEL FISIÓGRAFO TIPO MK-III-P DE NARCO SCIENTIFIC BIO-SYSTEMS DIVISION

En los manuales de operación y mantenimiento del fisiógrafo tipo MK-III-P no se encuentran los planos electrónicos del equipo y tampoco es recomendable desarmar el mismo con el fin de observar detalladamente sus componentes, porque los estiletes que dibujan la señal electrocardiográfica funcionan mediante el principio del galvanómetro y la inducción magnética equilibrada que existe entre cada uno de los imanes y los estiletes podría perderse, ocasionando un trazado incorrecto de la señal. En el presente capítulo se describirán las partes del fisiógrafo en forma general.

La figura 19 corresponde al fisiógrafo Tipo MK-III-P de *Narco Scientific BIO-Systems Divisions*, en ella se observa el panel frontal con sus cuatro módulos, incluyendo el módulo de electrocardiografía, los estiletes que grafican las formas de onda de las señales capturadas y el acetato donde son graficadas dichas señales.



**Figura 19.** Fisiógrafo Tipo MK-III-P de Narco Scientific BIO-Systems Divisions

FUENTE: TAMAYO, Alejandra, ZULUAGA, Luisa. Digitalización del Módulo de Electrocardiografía de un fisiógrafo tipo MK-III-P Narco BioSystems Divisions. Tesis de grado. Medellín, 2004.

[Consulta: Agosto de 2004]

### 3.1. Componentes básicos de un sistema de registro

El registro de cualquier información que cambia respecto al tiempo, como es el caso de la señal ECG, consta de cuatro componentes básicos; éstos son: el transductor, el procesador, los sensores o electrodos y el inscriptor. La combinación de estos elementos conforma un canal en un sistema de registro fisiológico.

De una manera general se describe a continuación la forma como funcionan cada uno de los componentes de un canal.

3.1.1 Transductores. Los transductores son dispositivos que captan energía, la conducen y la transforman en otra forma de energía. En un registro fisiológico, los transductores deben estar diseñados para captar el tipo de energía liberada durante los procesos fisiológicos y transformarla en una señal eléctrica.

Es importante tener en cuenta que la señal eléctrica generada por el transductor es una función de la magnitud de la energía aplicada a éste; sin esta característica sería imposible detectar cambios o diferencias en las variables que se miden.

3.1.2 Procesador. El procesador capta la señal eléctrica de baja intensidad generada por el transductor y la amplifica o incrementa. Esta parte del canal de registro está compuesta por dos sub-unidades. Inicialmente las señales provenientes del transductor alimentan el acoplador (*coupler*); éste modifica las señales de tal manera que puedan ser compatibles con la segunda unidad del procesador, el amplificador.

La selección de los acopladores de transductores depende de la naturaleza del evento que se desea registrar. Por ejemplo, si se desea registrar y medir la actividad eléctrica del corazón, la señal que se obtiene del sujeto experimental es demasiado débil para ser detectada por el amplificador. Por consiguiente, las señales provenientes de la actividad cardíaca son en un principio, magnificadas por el acoplador y luego dirigidas al amplificador el que a su vez las recibe y las amplifica nuevamente.

La sub-unidad amplificadora dentro del procesador tiene como función principal la amplificación de las señales provenientes del acoplador; lo anterior es necesario para dar a las señales la energía necesaria para enviarlas a la sección final del canal de registro, es decir el Reproductor.

3.1.3 Inscriptor. El reproductor o inscriptor en cada canal de registro para datos o eventos, es sencillamente un galvanómetro al cual se le ha acoplado una plumilla o estilete que escribe o registra con tinta sobre papel o acetato (Figura 20).

Tan pronto las señales eléctricas procesadas por la unidad anterior son relevadas al galvanómetro; el vástago central de éste entra en movimiento, haciendo que la plumilla se mueva sobre la ordenada (hacia arriba o hacia abajo). Este movimiento se registra sobre un papel que se mueve bajo la plumilla activada y el resultado es un registro continuo y permanente del evento que se desea medir o cuantificar.



**Figura 20.** Unidad de Inscripción del fisiógrafo

FUENTE: TAMAYO, Alejandra, ZULUAGA, Luisa. Digitalización del Módulo de Electrocardiografía de un fisiógrafo tipo MK-III-P Narco BioSystems Divisions. Tesis de grado. Medellín, 2004.

[Consulta: Agosto de 2004]

3.1.4. Electrodo. Para el módulo de electrocardiografía, el fisiógrafo cuenta con cinco electrodos, cuatro de los cuales son de contacto y corresponden a las extremidades superiores e inferiores (brazo derecho, brazo izquierdo, pierna derecha y pierna izquierda) y el restante es de succión y sirve para tomar las señales en las derivaciones precordiales (en el pecho). (Figura 21)



**Figura 21.** Electrodo para el módulo ECG

FUENTE: TAMAYO, Alejandra, ZULUAGA, Luisa. Digitalización del Módulo de Electrocardiografía de un fisiógrafo tipo MK-III-P Narco BioSystems Divisions. Tesis de grado. Medellín, 2004.

[Consulta: Agosto de 2004]

### 3.2. Preparación del fisiógrafo para el registro de las señales ECG.

Para iniciar el registro de la señal ECG con el fisiógrafo Tipo MK-III-P de *Narco Scientific BIO-Systems Divisions* es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Retirar la cubierta protectora para el polvo, doblarla cuidadosamente y colocarla donde no estorbe ni se estropee. Cuando el equipo no está siendo utilizado, debe permanecer cubierto para evitar que el polvo se acumule en las componentes del sistema electrónico.
- Conectar el cable que suministra la energía eléctrica al tomacorriente con el voltaje adecuado (110 VAC). Al desconectar el cable no tirar de éste, halar el enchufe directamente, no doblarlo ni forzarlo.
- Encender la unidad mediante el interruptor maestro que se encuentra al frente, sobre la consola del equipo, el cual se coloca en la posición "ON". Observar que la luz roja piloto se ilumina, esto indica que todos los componentes del registrador están recibiendo energía. Este interruptor debe permanecer en la posición "ON" durante el tiempo en que se use el registrador y debe apagarse "OFF" cuando el equipo no esté siendo usado.

- Colocar el papel de registro dentro de un compartimiento dentro del fisiógrafo. Tener cuidado de colocar el papel de tal forma que la cuadrícula quede hacia arriba. A continuación dirigir el comienzo del papel a través de una apertura a la derecha y hacia arriba del compartimiento para papel, luego colocarlo debajo de las guías. Hacia el extremo izquierdo de la guía superior se encuentra una rueda que da tensión al papel. Tener cuidado que la margen superior del papel quede por debajo de esta rueda de tensión. El papel está ahora disponible para el registro y se moverá de conformidad con la velocidad que se seleccione para el experimento al manipular los controles adecuados.
- Suministrar la tinta a las plumillas inscriptoras. Cada plumilla está conectada por medio de un tubo delgado y flexible a unos contenedores de tinta que se halla a la derecha del equipo, según como se muestra en la figura 19. Levantar cuidadosamente cada contenedor de tinta de 1cm a 3cm por encima del nivel de la plumilla. Durante el transcurso de un experimento, y dependiendo de la velocidad que se desea dar al papel para el registro, puede ser necesario aumentar o disminuir el flujo de tinta, de modo que se pueda obtener un registro legible; esto se logra deslizando el reservorio de tinta hacia arriba o hacia abajo del nivel de la plumilla inscriptora.

Para que las plumillas puedan escribir, éstas deben quedar en contacto con el papel y esto se logra bajando una barra cromada que integra el mecanismo que pone en marcha el papel por medio de un control de palanca.

3.2.1 Unidad de Control para el avance del papel y Unidad de tiempo. El fisiógrafo posee una serie de botones que controlan la velocidad del papel, las marcas de tiempo y la acción de las plumillas.

Lo ideal es comenzar toda operación con un registro a velocidad baja, 0.5 cm/s, empleando marcas de tiempo de 1 segundo. Las marcas de tiempo deben repetirse cada 0.5 cm. Al aumentar la velocidad del papel es posible confirmarla por medio de las marcas de tiempo y las divisiones de la cuadrícula.

Luego se selecciona una velocidad del papel de 1.0 cm/s y se efectúa un registro de 3 cm. Debe oprimirse el botón marcado "*Event Marker*", el marcador de eventos debe emplearse siempre que se introduzca alguna variación a la preparación que se estudia o se aplique algún estímulo de cualquier índole a ésta.

El marcador de eventos permite obtener un registro preciso para calcular exactamente el momento en que se aplica el estímulo y el tiempo que emplea para producirse el efecto de éste.

Por medio de una selección adecuada de la velocidad con los botones de control, se puede registrar a velocidades que van desde 0.0025 cm/s hasta 10.0 cm/s. La conducción de experimentos rápidos como el registro del electrocardiograma emplea velocidades de registro rápidas, en cambio el registro de eventos de sucesión lenta como los cambios de temperatura corpórea emplean velocidad lenta.

Mientras el papel no se halle en movimiento es prudente apagar el canal de tiempo, oprimiendo el botón de control para colocarlo en la posición "OFF", esto evita manchas de tinta sobre el registro. Al término de cada registro, debe asegurarse que todos los controles del equipo queden apagados, pues de no hacerlo, muchas partes vitales del fisiógrafo se desgastarán inútilmente.

3.2.2 Operación del canal de registro electrocardiográfico. La figura 22 muestra el panel frontal del canal de registro electrocardiográfico del fisiógrafo Tipo MK-III-P *Narco Scientific BIO-Systems Divisions*.



**Figura 22.** Canal de registro electrocardiográfico

FUENTE: TAMAYO, Alejandra, ZULUAGA, Luisa. Digitalización del Módulo de Electrocardiografía de un fisiógrafo tipo MK-III-P Narco BioSystems Divisions. Tesis de grado. Medellín, 2004.

[Consulta: Agosto de 2004]

**Encendido**

Para comenzar se oprime el interruptor marcado con la palabra "POWER", a continuación se oprime el botón de control marcado "RECORD" hasta la posición "ON" cuando se desee efectuar un registro. Para suspender el registro se oprime nuevamente el botón "RECORD" éste se devuelve automáticamente a la posición "OFF" o apagado.

Por encima del botón anteriormente descrito se encuentra el botón que controla la posición de la plumilla; por medio del cual se puede colocar la plumilla en la posición deseada para el registro.

Hacia la izquierda de este botón, se encuentra un dispositivo que regula la sensibilidad del aparato, éste consta de dos controles concéntricos. El central puede girarse hacia la derecha hasta que un *click* lo asegura en posición fija.

El giro del control exterior permite ubicarlo en marcas de posiciones numerados por ejemplo 500, 100, 20, etc. Estas posiciones representan la sensibilidad o el grado de amplificación real del aparato. Seleccionando con este control el número más pequeño, la señal proveniente del transductor es amplificada a un grado máximo. Cada número representa los milivoltios de la señal proveniente del transductor, expresados en centímetros de amplitud en la excursión de la plumilla, de conformidad con el voltaje proveniente del amplificador. Esto significa que si la posición fue 200, una señal de 200 milivoltios proveniente del transductor, será registrada por la plumilla como una excursión de un centímetro de longitud en la ordenada.

Debe tenerse en cuenta que si el botón central está completamente girado hacia la derecha en su posición fija, los valores seleccionados por el control exterior son los ajustes señalados por éste. Al girar el control interior fuera de su posición fija, hacia la izquierda, pueden conseguirse valores intermedios entre el señalado por el control exterior y el valor inmediatamente inferior, es decir, valores correspondientes a los números de los cuales el mayor, corresponde a una menor sensibilidad del amplificador.

**Medición:**

El fisiógrafo en su módulo de electrocardiografía (el mostrado en la figura 22) cuenta con dos terminales importantes para la medición de las señales. Una de ellas es la terminal marcada con el nombre *AUX IN* donde se puede aplicar una señal externa a los amplificadores de potencia; la otra es la terminal *MON OUT* que provee una salida de señal ECG hacia otros dispositivos de monitoreo como por ejemplo un osciloscopio; desde esta terminal se tiene acceso a señal entregada por el amplificador de potencia. La señal de monitoreo es controlada por todos los controles del canal amplificador.